

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-068247
 (43)Date of publication of application : 03.03.2000

(51)Int. Cl. H01L 21/3065

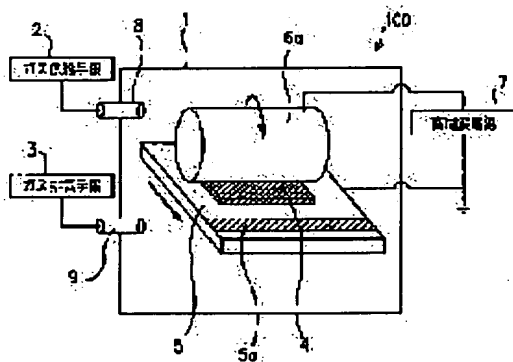
(21)Application number : 10-237795 (71)Applicant : SHARP CORP
 MORI YUZO
 (22)Date of filing : 24.08.1998 (72)Inventor : OKUDA TORU
 NISHIKAWA KAZUHIRO
 MORI YUZO

(54) METHOD AND APPARATUS FOR ASHING RESIST

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To suppress a rise of a substrate temperature while ashing resist at a high speed by forming a resist layer on a surface of the substrate, then applying a high frequency voltage to mixed gas of a pressure of a specific range containing oxygen and a rare gas to generate a plasma, and removing the layer.

SOLUTION: A substrate 4 in which a resist layer is formed on its surface is held on a stage 5 in a reaction container 1, then mixed gas of oxygen and rare gas is supplied from a gas supply means 2 into the container 1, and simultaneously exhausted by a gas evacuating means 3 to form an atmosphere having 0.1 to 10 atm. A high frequency voltage is applied to the mixed gas via an electrode 6a for processing a high frequency power source 7 and the stage 5 to generate a plasma. Then, the generated plasma is operated at the resist layer to remove the layer. Thus, it can be ashed to suppress a burst.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 13.07.2001
 [Date of sending the examiner's decision of rejection] 15.07.2003
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
 [Date of final disposal for

Best Available Copy

application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2003-15842

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 14. 08. 2003

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998, 2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-68247

(P2000-68247A)

(43) 公開日 平成12年3月3日(2000.3.3)

(51) Int. CL⁷

識別記号

F I

ターマコード^{*}(参考)

H 0 1 L 21/3085

H 0 1 L 21/302

H 5 F 0 0 4

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平10-237795

(22) 出願日 平成10年8月24日(1998.8.24)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(71) 出願人 000191593

森 勇蔵

大阪府交野市私市8丁目16番19号

(72) 発明者 奥田 徹

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

シャープ株式会社内

(74) 代理人 100078282

弁理士 山本 秀雄

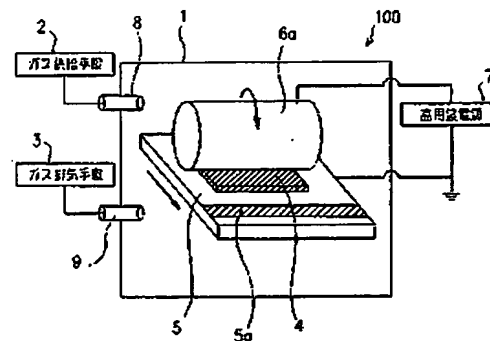
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レジストアッシング方法およびレジストアッシング装置

(57) 【要約】

【課題】 従来のレジストアッシング方法においては、素子の特性が劣化することやバースト現象が発生すること为了避免するために基板温度を一定温度以下に維持してアッシングを行うと、アッシングレートが小さくなり、アッシング工程に要する時間が長くなってしまふ。

【解決手段】 本発明のレジストアッシング方法は、表面にレジスト層が形成された基板を提供する工程と、少なくとも酸素と希ガスとを含む0.1気圧以上10気圧以下の混合ガスに高周波電圧を印加することによってプラズマを発生させる工程と、レジスト層を除去する工程とを包含する。



(2)

特開2000-68247

1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 表面にレジスト層が形成された基板を提供する工程と、

少なくとも酸素と希ガスとを含む0.1気圧以上10気圧以下の混合ガスに高周波電圧を印加することによってプラズマを発生させる工程と、
該レジスト層を除去する工程とを包含するレジストアッシング方法。

【請求項2】 前記ガスにおける酸素の分圧が20 Torr以上70 Torr以下である、請求項1に記載のレジストアッシング方法。

【請求項3】 前記レジスト層の表面に前記混合ガスのガス流を形成する、請求項1に記載のレジストアッシング方法。

【請求項4】 表面にレジスト層が形成された基板が内部に配置される反応容器と、

該基板を保持し該反応容器内に配置されたステージと、
該反応容器内に少なくとも酸素と希ガスとを含む混合ガスを供給し、0.1気圧以上10気圧以下の雰囲気を形成するガス供給手段およびガス排気手段と、
該混合ガスに高周波電圧を印加することによってプラズマを発生させるプラズマ発生手段とを備える、レジストアッシング装置。

【請求項5】 前記プラズマ発生手段は、前記反応容器内に配置された加工用電極と、該加工用電極と対向して前記反応容器内に配置された対向電極と、該加工用電極と該対向電極とに前記高周波電圧を供給する高周波電源とを備え、

該加工用電極は、回転可能であり、そのことによって前記レジスト層上に前記混合ガスのガス流を形成する、請求項4に記載のレジストアッシング装置。

【請求項6】 前記加工用電極は、複数の孔を有し、該複数の孔を通して前記プラズマ中のラジカルを前記レジスト面付近に供給する、請求項5に記載のレジストアッシング装置。

【請求項7】 前記レジストアッシング装置は、前記加工用電極を冷却する冷却手段をさらに備える、請求項5に記載のレジストアッシング装置。

【請求項8】 表面にレジスト層が形成された基板を保持するステージと、

少なくとも酸素と希ガスとを含む混合ガスをガス供給口に供給するガス供給手段と、

ガス排気口から該混合ガスを排気するガス排気手段と、
加工用電極と、該加工用電極と対向する対向電極と、該加工用電極と該対向電極とに高周波電圧を供給する高周波電源とを備え、該混合ガスに該高周波電圧を印加することによってプラズマを発生させるプラズマ発生手段とを備え、

該ガス供給口および該ガス排気口は、該加工用電極と該対向電極との間に形成されるプラズマ発生領域を該混合

ガスが通過するガス流を形成する、レジストアッシング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、レジストアッシング方法およびレジストアッシング装置に関する。特に、A1配線を有する半導体素子等に要求される低温でのレジストアッシングや、イオン注入などによって表面部が変質したレジストのアッシングに使用される、レジストアッシング方法およびレジストアッシング装置に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体素子等の製造においては、基板上に回路パターンを形成するために、まずレジストパターンを形成して、レジストパターンにマスクを配置してエッチングなどを行い、所望の回路パターンを形成する。回路パターンを形成した後、レジストパターンを除去する必要がある。

【0003】このレジストを除去する方法として、例えば、1 Torr程度の真空中で酸素プラズマを発生させ、プラズマをレジストに作用させてアッシング（灰化）除去する方法が広く知られている。

【0004】一般にレジストアッシングには、プラズマ中のラジカルなどの励起種がレジストと反応してレジストを除去する作用（化学効果に基づく作用）と、プラズマ中のイオンなどが電界によって力を受けて加速し、レジストと衝突してレジストを除去する作用（イオンアシスト効果に基づく作用）とがある。しかし、イオンアシスト効果に基づく作用は、半導体素子へのダメージが大きく、ダメージを低減し、ダメージを抑えるためには、プラズマ発生部と基板とを離して配置した同軸電極型アッシング装置や、ダウンフローアッシング装置などを使用する必要がある。半導体素子に用いられるA1配線は、高温での処理でダメージを受け易い。

【0005】一方、プラズマCVM (Chemical Vaporization Machining) は、高速度で低ダメージの気相精密加工をすることが可能である（特開平4-128393号公報）。プラズマCVMは、プラズマ中のラジカルなどによる化学反応を主として利用した低ダメージの加工方法であり、高密度のラジカルを生成することができるため、プラズマCVMによって高速度の加工が実現できる。

【0006】また、プラズマCVMで使用する電極を回転電極とし、回転電極の回転運動により、電極表面でガスを巻き込んでプラズマ領域にガスを供給することが特開平9-31670号公報に記載されている。この文献には、回転電極による効果として、加工速度、ガス利用効率、加工精度、加工能率の向上が挙げられている。

【0007】さらに、プラズマCVMを用いて有機材料を加工することが、特開平6-246542号公報に関

(3)

特開2000-68247

3

示されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来のレジストアッシング方法では、以下のような問題点があった。

【0009】半導体素子の製造において、高ドーズ量のイオン注入がしばしば行われる。しかし、高ドーズ量のイオン注入時にマスクとして使用されたレジストは、表面部が変質している。通常のレジストアッシング方法では、アッシング後にも残渣が見いだされ、レジストを完全に除去することができないという問題がある。表面部に形成された変質層を除去する手段として、 H_2O を含むガスをを用いてプラズマ処理し、変質層を除去することが特開平2-237118号公報に開示されている。

【0010】レジスト変質層のアッシングに関しては、ある一定以上に基板温度を上げると、レジスト変質層が飛び散るという、いわゆるバーストと呼ばれる現象が生じる問題がある。バーストが発生すると、パーティクル汚染という問題となるので、基板温度を上げることなくアッシングすることが要求されている。

【0011】レジストアッシングにおいては、素子の特性を劣化させないために、基板温度を一定温度以上に上昇させることなく、アッシング処理をすることが要求される。またレジスト変質層をアッシングする場合にも、上述したバースト現象が発生するのを避けるために、基板温度が一定以上に上昇しないようにする必要がある。

【0012】しかしながら、基板温度を一定温度以下に維持してアッシングを行うためには化学反応による発熱量を抑えることが必要になる。発熱量を抑えるためには、アッシングレート小さく設定しなければならず、この結果、アッシング工程に要する時間が長くなってしまふ。

【0013】また、上記特開平6-246542号公報に記載されたプラズマCVMを利用した方法では、基板温度が上昇することやそれに対する対策として基板を冷却することに関しては考慮されていない。また、上記特開平9-31670号公報に記載されたプラズマCVMを利用した方法では、電極を回転させることにより、電極を冷却する効果が記述されているが、同様に基板を冷却することに関しては何も記載されていない。

【0014】本発明は、従来のレジストアッシング方法における、上述のような問題点を解決し、レジストアッシングを高速で行ないながら基板温度の上昇を抑え、良好な半導体素子が得られる、レジストアッシング方法を提供することを目的としている。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明のレジストアッシング方法は、表面にレジスト層が形成された基板を提供する工程と、少なくとも酸素と希ガスとを含む、1気圧以上10気圧以下の混合ガスに高周波電圧を印加する

4

ことによってプラズマを発生させる工程と、該レジスト層を除去する工程とを包含し、これにより、上記目的が達成される。

【0016】前記ガスにおける酸素の分圧が20 Torr以上70 Torr以下であってもよい。

【0017】前記レジスト層の表面に前記混合ガスのガス流を形成してもよい。

【0018】本発明のレジストアッシング装置は、表面にレジスト層が形成された基板が内部に配置される反応容器と、該基板を保持し該反応容器内に配置されたステージと、該反応容器内に少なくとも酸素と希ガスとを含む混合ガスを供給し、0.1気圧以上10気圧以下の雰囲気形成するガス供給手段およびガス排気手段と、該混合ガスに高周波電圧を印加することによってプラズマを発生させるプラズマ発生手段とを備え、これにより、上記目的が達成される。

【0019】前記プラズマ発生手段は、前記反応容器内に配置された加工用電極と、該加工用電極と対向して前記反応容器内に配置された対向電極と、該加工用電極と該対向電極とに前記高周波電圧を供給する高周波電源とを備え、該加工用電極は、回転可能であり、そのことによって前記レジスト層上に前記混合ガスのガス流を形成してもよい。

【0020】前記加工用電極は、複数の孔を有し、該複数の孔を通して前記プラズマ中のラジカルを前記レジスト面付近に供給してもよい。

【0021】前記レジストアッシング装置は、前記加工用電極を冷却する冷却手段をさらに備えてもよい。

【0022】本発明の他のレジストアッシング装置は、表面にレジスト層が形成された基板を保持するステージと、少なくとも酸素と希ガスとを含む混合ガスをガス供給口に供給するガス供給手段と、ガス排気口から該混合ガスを排気するガス排気手段と、加工用電極と、該加工用電極と対向する対向電極と、該加工用電極と該対向電極とに高周波電圧を供給する高周波電源とを備え、該混合ガスに該高周波電圧を印加することによってプラズマを発生させるプラズマ発生手段とを備え、該ガス供給口および該ガス排気口は、該加工用電極と該対向電極との間に形成されるプラズマ発生領域を該混合ガスが通過するガス流を形成し、これにより上記目的が達成される。

【0023】以下、作用について説明する。

【0024】本発明のレジストアッシング方法によれば、酸素と希ガスとを含む、0.1気圧以上10気圧以下のガス雰囲気を形成する。これにより、放熱効果を高めることができるので、高速のアッシングレートに設定することができる。アッシングレートを高めることができるため、低温、低ダメージの条件下でアッシングをすることが可能である。従って、本発明のレジストアッシング方法では、表面に変質層を有するレジストであっても、バースト現象を抑えるようにアッシングをすること

50

(4)

特開2000-68247

5

6

ができる。

【0025】また、本発明のレジストアッシング装置によれば、0.1気圧以上10気圧以下のガス雰囲気を形成するガス供給手段およびガス排気手段と、ガス雰囲気中にプラズマを発生させるプラズマ発生手段とを備えている。これにより、高密度のガス中にプラズマを発生させることができる。このようなレジストアッシング装置を使用してアッシングをすると、高いアッシングレートでレジストアッシングをすることができるため、低温、低ダメージの条件下でアッシングをすることが可能である。

【0026】また、本発明の他のレジストアッシング装置においては、ガス供給口およびガス排気口が、加工用電極と対向電極との間に形成されるプラズマ発生領域を混合ガスが通過するガス流を形成するので、大気開放系においても高密度のガス中にプラズマを発生させることができる。

【0027】

【発明の実施の形態】本発明のレジストアッシング方法および装置によれば、基板の周りにガス雰囲気が形成され、反応熱のために温度が上昇した基板を、ガスを媒介として放熱することができる。

【0028】従来のレジストアッシング方法では、1 Torr程度以下の圧力下でアッシングが行われるため、ガスを媒介とする放熱能力は小さい。

【0029】これに対して、本発明のレジストアッシング方法では、0.1気圧以上10気圧以下のガス雰囲気を形成する。0.1気圧以上とすることにより、高密度のプラズマを発生させることができ、高速でレジストを除去できる。また、0.1気圧以上10気圧以下のガス雰囲気では荷電粒子の平均自由行程が μm オーダー以下であるため、荷電粒子の衝突による、基板へのダメージが低減できる。また、10気圧以上の圧力を設定すると、プラズマを発生させることやプラズマを維持させることが難しく、従って、アッシングに使用する装置の構成が複雑になる。この結果、装置のコストの上昇につながる。

【0030】0.1気圧以上10気圧以下の高圧力のガス雰囲気は、1 Torr程度以下の低圧力より高い熱伝導を有しているため、レジストの化学反応等によって発生する熱を基板周辺から放出することができる。

【0031】さらに、加工用電極を回転させることによって基板付近にガスの流れを形成し、温度上昇したガスを循環あるいは排気するとともに、温度上昇していない低温のガスを供給すれば、放熱効果をさらに促進させることができる。加工用電極に孔を形成することによって、基板へのダメージをさらに低減しながら基板付近の放熱を高めることができる。温度上昇したガスを循環あるいは排気すること、あるいは温度上昇していない低温のガスを供給すること、基板を保持するステージある

いは加工用電極を冷却し、基板、ガス、レジストを冷却する方法とを組み合わせてもよい。

【0032】0.1気圧以上10気圧以下の高圧力のガス雰囲気でアッシングをする場合、変質層を有するレジストをアッシングしても、ガス圧力によってレジスト変質層は基板面に押さえつけられる。この結果、バースト現象が発生する臨界温度を上昇させることができる。

【0033】上述したような高密度のガス雰囲気を形成するには、プラズマの発生を容易にし、かつプラズマの維持を容易にするため、He、Ne、Arなどの希ガスを混合するとよい。

【0034】上述したような高密度のガス雰囲気において、高速度のアッシングを行なうことにより、効果的に基板を冷却することができる。

【0035】以下、図面を参照しながら本発明の実施の形態を説明する。

【0036】（第1の実施の形態）図1Aおよび図1Bは、本発明の第1の実施の形態のレジストアッシング装置100の構成を示す。

【0037】図1Aは、斜視図であり、図1Bは、断面図である。

【0038】レジストアッシング装置100は、表面にレジスト層が形成された基板4が内部に配置される反応容器1と、基板4を保持し反応容器1内に配置されたステージ5と、反応容器1内に少なくとも酸素と希ガスとを含む混合ガスを供給し、0.1気圧以上10気圧以下の雰囲気を形成するガス供給手段2およびガス排気手段3と、混合ガスに高周波電圧を印加することによってプラズマ11を発生させるプラズマ発生手段とを備えている。レジストアッシング装置100は、ガス供給口8とガス排出口9とをさらに備えている。

【0039】プラズマ発生手段は、反応容器1内に配置された加工用電極6aと、基板4を挟んで加工用電極6aと対向して反応容器1内に配置された対向電極（ここでは、ステージ5を兼ねる）と、加工用電極6aと対向電極とに高周波電圧を供給する高周波電源7とを備えている。加工用電極6aは、回転可能であり、そのことによってレジスト層上に混合ガスのガス流を形成する。ステージ5は、接地されている。レジストアッシング装置100では、ステージ5は、加工用電極6aに対向して配置される対向電極を兼ねている。加工用電極6aは、円筒型回転体であり、基板の表面に沿った面と実質的に平行な軸を中心として、回転することができる。基板4は、Siウエハと、ウエハ上に2 μm の厚みで塗布されたレジスト（ヘキストジャパン製AZP4400）とから構成されている。

【0040】以下、第1実施の形態のレジストアッシング装置100を使用したレジストアッシング方法の概要を説明する。

【0041】まず、表面にレジスト層が形成された基板

(5)

特開2000-68247

7

8

4を反応容器1内のステージ5上に提供する。次に、ガス供給手段2から少なくとも酸素と希ガスとを含む混合ガスを反応容器1内に流し、同時にガス排気手段3によって混合ガスを排気することによって、0.1気圧以上1.0気圧以下の雰囲気形成する。

【0042】高周波電源7と加工用電極6aとステージ(対向電極)5とによって高周波電圧を印加する。0.1気圧以上1.0気圧以下の高密度の混合ガスに高周波電圧を印加することによってプラズマ11を発生させる。

【0043】発生したプラズマ11をレジスト層に作用させることによって、レジスト層を除去する。後述するように、レジストアッシングを効果的に行うためには、反応容器1内の混合ガスにおける酸素の分圧が20 Torr以上70 Torr以下であると好ましい。また、後述するように、レジストアッシングの効果性を高めるために、レジスト層の表面に混合ガスのガス流を形成するとよい。

【0044】以下、レジストアッシング装置100を使用したレジストアッシング方法を詳細に説明する。

【0045】基板4は、例えば、フォトリソグラフィにより配線パターンが形成されたSiウエハやガラス等の基板である。配線には約1μm厚みのレジストが存在する。

【0046】基板4をステージ5上に載置した後、ガス供給手段2とガス排気手段3とによって、ガス供給口8およびガス排気口9を介して反応容器内にヘリウムと酸素との混合ガスを流す。例えば、He:O₂=99:1、O₂:0.5%の割合の混合ガスを流す。このとき、反応容器1内の圧力を1気圧に設定すると好ましい。

【0047】次に高周波電源7によって、マッチング回路(図示せず)を介して加工用電極6に高周波電圧を印加し、加工用電極6a近傍にプラズマ11を発生させる。このときの電源周波数を150MHzとした。加工用電極6aとして、直径200mmのものをを用いた。加工用電極6aの円筒形の中心軸を回転軸として、5000rpmの回転速度で加工用電極6aを回転させた。なお、回転速度はできるだけ速いことが望ましく、用いる回転機構の性能に応じて適宜設定すればよい。ステージ5は、基板4を挟め込むように保持する。

【0048】図2は、図1Aおよび図1Bに示された加工用電極6a、基板4およびステージ5の配置を示す。

【0049】図2は、加工用電極6a、基板4およびステージ5を加工用電極6aの回転軸と垂直な方向からみた断面図である。

【0050】基板4は、ステージ5の表面から距離dだけ突き出ている。距離dの算出には、次の式を用いた。

$$【0051】d = t \times (\epsilon a / \epsilon g)$$

ここで、tは基板4の厚み、εaは電極間空間(ここでは加工用電極6aとステージ5との間の空間)の誘電率、εgは基板4の誘電率である。

【0052】領域1は、加工用電極6aとステージ5とが基板4を挟んで対向する領域である。領域2(a)および領域2(b)は、加工用電極6aとステージ5とが直接対向する領域である。上記のような方法で求めた距離dだけ、基板4をステージ5の表面から突き出すことにより、加工用電極6aとステージ5とをコンデンサとみなしたとき、領域1における加工用電極6aとステージ5との間の電界強度と、領域2(a)および領域2(b)における加工用電極6aとステージ5との間の電界強度とを、一致させることができる。この結果、プラズマ発生領域における電界の不均一性を抑えることができ、基板4上のレジストアッシングの均一性を向上させることができる。加工用電極6aと基板4との間の最小ギャップを、300μmに設定した。

【0053】以下、図1Aおよび図1Bを再び参照して、レジストアッシング装置100において、プラズマ11を発生させる手順を説明する。

【0054】高周波電源7によって、マッチング回路を介して加工用電極6aに高周波電圧を印加し、加工用電極6aの近傍にプラズマ11を発生させた。酸素分圧によって最適な投入電力は異なるが、1例として、投入電力1kW以下にてプラズマ11を発生させ、投入電力を5kWまで上昇させ、レジストアッシングを行なった。

【0055】図1Bに示すように、プラズマ11は、加工用電極6aと基板4との間、あるいは加工用電極6aとステージ5の加工用電極6aと対向する部位との間に常状に発生する。プラズマ11を発生させた後、投入電力を5kWまで上昇させるまでの段階では、加工用電極6aと対向する部分は、図1Aに示されるように、ステージ5における部位5aだけであるように設定する。このようにすると、5kWまで電力を上昇させる過程では、プラズマ11は基板4に作用しない。この結果、プラズマ11を発生させる電力が所望の電力(5kW)に達し、プラズマ11を安定に発生させた後で、プラズマ11を基板4に作用させることができる。これによって、基板4の全面に対してむらのない均一なアッシングを施すことができる。投入電力が所望の5kWになった後で、加工用電極6aと基板4とのギャップ、あるいは加工用電極6aとステージ5とのギャップを一定に保ちながら、ステージ5を移動させる。

【0056】加工用電極6aの回転軸と直交方向に、加工用電極6aと基板4とのギャップを一定に保ちながらステージ5を走査させてもよい。ステージ5を走査させることによって、基板4の全面を加工することができる。例えば、基板4を25mmの領域だけ走査させてもよい。

【0057】加工用電極6aは、プラズマ11の発生した位置で回転するが、この回転する周の方向と逆方向に、ステージ5を移動し、ステージ5を1回送ることで、ステージ5を1方向に移動さ

9

せることにより、複数枚の基板4を連続的に送り出し、連続的なアッシング処理を行なうことも可能となる。

【0058】加工用電極6aを回転させることにより、加工用電極6aの回転する周方向にガス流を形成した。加工用電極6aと基板4との間の、数100 μ m程度の微小ギャップにガスを移送し、さらにガスを排除した。加工用電極6aを回転させることにより、レジストを除去する過程において発生する反応生成物も微小ギャップから排除される。上述のように、加工用電極6aが回転する周方向と逆方向にステージ5を送ることにより、一

端排除された反応生成物が基板4上のレジストを除去した領域に再び付着することを避けることができる。【0059】加工用電極6aを回転させることによつて、加工用電極6aの上部に存在する冷却されたガスをプラズマ11発生領域(加工領域)に移送することができる。この結果、高温になったプラズマガスあるいは基板4を冷却することができ、基板4へのダメージをさらに減少させながらレジストアッシングを進めることができる。

【0060】図3は、図1に示されたレジストアッシング装置100を使用してアッシングを実施したときの、アッシングレートと基板温度との関係を示す。

【0061】図3において、横軸はアッシングレートであり、縦軸は基板温度である。線Aは、レジストアッシング装置100によるアッシングレートを示す。線Bは、従来のレジストアッシング装置によるアッシングレートを示す。図3に示されるように、レジストアッシング装置100によるアッシングにおいても、従来のレジストアッシング装置によるアッシングにおいても、投入電力を上げることによってアッシングレートを向上させると、基板温度も上昇する。しかし、アッシング装置100を使用してアッシングをすると、従来のアッシング方法でアッシングするときと比べ、基板温度の上昇を低減させることができる。この結果、図3に示されるように、同じ基板温度でのアッシングレートを比較すると、従来のアッシング装置でのアッシングレートに比べ、アッシング装置100でのアッシングレートは高くなっている。従って、低温でアッシングを行なう必要があるときでも、従来の方法に比べ、アッシングレートを大きく設定することができる。

【0062】次に、アッシングレートと酸素分圧との関係について説明する。

【0063】反応種である酸素ラジカルが多いほど、アッシングレートは大きくなる。プラズマ中で生成される酸素ラジカルは、印加される電界に沿って運動する荷電粒子(例えばHeイオン)と、酸素分子との衝突によって主に生成されるものと考えられる。元となる酸素分子の量が多いほど、すなわち酸素分圧が高いほど、酸素ラジカルも増加し、アッシングレートが高くなる。ある値まで酸素分圧が上がると、酸素分子の量はアッシングに

(6)

特開2000-68247

10

十分な一定の量となり、生成される酸素ラジカル量は飽和してしまう。従って、ある値の酸素分圧に対応した、アッシングレートの上限が存在する。さらに、酸素分圧を上げると、酸素分子が過度に存在することになり、プラズマ中の荷電粒子の運動を酸素分子が阻害する効果が大きくなる。この結果、酸素ラジカルが生成される量は低下し、アッシングレートも小さくなる。

【0064】上記のような、酸素分圧とアッシングレートとの関係の評価する試験を行なった。

【0065】図4は、図1に示されるレジストアッシング装置100を使用したときのアッシングレートと酸素分圧との関係を示す。

【0066】酸素分圧が低い領域では、酸素分圧が大きくなるに従ってレジストアッシングレートは増加してゆく。図4に示されるように、およそ40 Torr以上に酸素分圧を上げると、レジストアッシングレートは低下し、さらにおよそ80 Torr以上に酸素分圧を大きくすると、発生したプラズマを維持できなくなった。従って、酸素分圧が20 Torrから70 Torrであるとき、高速度でレジストを除去することができる。酸素分圧が30 Torrから50 Torrであると、さらに好ましい。酸素分圧40 Torrの場合、レジスト除去速度は4 μ m/minであった。このように高速でアッシングを行うことができる一方、残渣を発生することはない。酸素分圧が40 Torrより低い場合でも、例えば、2.8 μ m/minの高速アッシングレートを表現することができた。

【0067】上述した試験では、Heおよび酸素を反応容器内に流し、反応容器内のガス雰囲気をも1気圧とした。0.2気圧、0.5気圧、2気圧にガス雰囲気の圧力を変え、他は上述の試験と同じ条件で試験をしたが、上述の試験と同様に好ましいアッシングレートでアッシングをすることができた。また、第1実施の形態では、Heと酸素との混合ガスを使用した。Heの代わりにNe、Arといった希ガスを用いてもよい。アッシング工程前のエッチング工程等によって基板4上に反応生成物が付着している場合、反応生成物を除去するためにハロゲン系のガス、例えばCF₄やSF₆などを混合ガスに添加してもよい。CF₄やSF₆などを混合ガスに添加することによって、レジストアッシングと同時に反応生成物を除去することができる。

【0068】第1の実施の形態のレジストアッシング方法は、ICや液晶など、レジストアッシング工程を含む如何なるデバイスプロセスにも適用可能である。第1の実施の形態のレジストアッシング方法では、円筒型回転体という形状の加工用電極を使用した。他の形状の加工用電極を使用してもよい。

【0069】(第2の実施の形態)図5は、本発明の第2の実施の形態のレジストアッシング装置200の構成を示す。

11

【0070】レジストアッシング装置200は、第1の実施の形態のレジストアッシング装置100と異なり、加工用電極6bを備えている。加工用電極6bの他の構成は、第1の実施の形態のレジストアッシング装置100と同様である。従って、加工用電極6bの他は、第1の実施の形態のレジストアッシング装置100と同じ符号を用いて説明する。

【0071】図5に示されるように、加工用電極6bは円盤型回転体の形状を有し、基板4表面と垂直な軸を中心として回転することができる。ガス移送手段およびガス排除手段である加工用電極6bを備えたレジストアッシング装置200を使用してアッシングを行うと、加工用電極6aを備えたレジストアッシング装置100でアッシングを行ったときと同様に、加工用電極6bは回転することができるため、基板4表面付近にガスを移送、排除することが可能となる。

【0072】また、円盤型回転体である加工用電極6bを備えたレジストアッシング装置においては、加工用電極6bの円盤型の面に実質的に平行な面で、基板4を複数配置することができるので、多数の枚数の基板を一括して処理することができる。

【0073】（第3の実施の形態）図6は、本発明の第3の実施の形態のレジストアッシング装置300の構成を示す。

【0074】レジストアッシング装置300は、第1の実施の形態のレジストアッシング装置100と異なり、ステージ15とは別の対向電極20を備えている。

【0075】レジストアッシング装置300は、表面にレジスト層が形成された基板14が内部に配置される反応容器22と、基板14を保持し反応容器22内に配置されたステージ15と、反応容器22内に少なくとも酸素と希ガスとを含む混合ガスを供給し、0.1気圧以上10気圧以下の雰囲気を形成するガス供給手段12およびガス排気手段13と、混合ガスに高周波電圧を印加することによってプラズマを発生させるプラズマ発生手段とを備えている。レジストアッシング装置300は、ガス供給口18とガス排気口19とをさらに備えている。

【0076】プラズマ発生手段は、反応容器22内に配置された加工用電極16と、加工用電極16と対向して反応容器22内に配置された対向電極20と、加工用電極16と対向電極20とに高周波電圧を供給する高周波電源17とを備えている。対向電極20は、加工用電極16の円筒面と対向して配置されている。対向電極20は、基板14の加工位置よりガス流の上流側に位置している。高周波電源17から高周波電圧を加工用電極16に供給し、加工用電極16と対向電極20との間にプラズマ21を発生させる。さらに加工用電極16の回転運動により形成されるガス流によって、プラズマ21中のラジカルが基板14表面付近に移送され、レジストを加工する。

(7)

特開2000-68247

12

【0077】第1および第2の実施の形態で説明したように、レジストアッシング装置100、200を用いたレジストアッシング方法は、基板4へのダメージが小さな加工方法である。プラズマ21中に存在する、ダメージの原因となるイオンが基板14へ衝突することを妨げることによって、さらに基板14へのダメージを低減することができる。

【0078】レジストアッシング装置300では、加工用電極16と対向電極20とのギャップに形成される電界によって、ギャップの近傍のイオンは、ギャップに捕捉される。レジストアッシング装置300では、基板14をこのギャップから離して配置する。このため、イオンと基板14との衝突頻度を著しく減少させ、基板14のダメージを低減しながらアッシングをすることができる。レジストアッシング装置300を用いたアッシング方法では、第1の実施の形態のアッシング方法と比較して、アッシングレートは低減になった。しかしながら、レジストアッシング装置300を用いたアッシング方法では、基板14の温度上昇が著しく抑えられるため、第1の実施の形態のアッシング方法に比べ、さらに低ダメージでレジストを除去することができた。

【0079】なお、レジストアッシング装置300において、加工用電極16を接地し、対向電極20に高周波電圧を印加しても良い。この場合、回転する加工用電極16に電圧を印加しないので、レジストアッシング装置300の構成をより簡単なものにすることができる。

【0080】（第4の実施の形態）図7Aおよび図7Bは、本発明の第4の実施の形態のレジストアッシング装置400の構成を示す。

【0081】レジストアッシング装置400は、表面にレジスト層が形成された基板34が内部に配置される反応容器31と、基板34を保持し反応容器31内に配置されたステージ35と、反応容器31内に少なくとも酸素と希ガスとを含む混合ガスを供給し、0.1気圧以上10気圧以下の雰囲気を形成するガス供給手段32およびガス排気手段33と、混合ガスに高周波電圧を印加することによってプラズマ41を発生させるプラズマ発生手段とを備えている。レジストアッシング装置400は、ガス供給口38とガス排気口39とをさらに備えている。

【0082】プラズマ発生手段は、反応容器31内に配置された加工用電極36と、加工用電極36と対向して反応容器31内に配置された対向電極40と、加工用電極36と対向電極40とに高周波電圧を供給する高周波電源37とを備えている。加工用電極36は、複数の孔を有し、複数の孔を通してプラズマ41中のラジカルをレジスト面付近に供給する。加工用電極36は、円筒面に多数の孔を有した中空円筒形状であり、基板34表面と平行な軸を中心として回転することができる。加工用電極36の内部には、加工用電極36と軸を共有し、円

(8)

特開2000-68247

13

14

筒体形状の対向電極40が配置されている。加工用電極36と対向電極40との間に発生したプラズマ41中のラジカル42は、加工用電極36の円筒面の多数の孔を介して、基板34表面付近に供給される。

【0083】図7Cは、図7Aおよび図7Bに示された加工用電極36の円筒面に形成された孔を示す。加工用電極36では、複数の孔36a、36b、36c（ここでは、3個の孔に符号を付けて示すが、孔の個数は複数であれば何個でもよい）は、千鳥状に配置されている。加工用電極36の円筒面上に形成された孔の面積が、円筒の回転軸方向で評価してみたときはば一定であると、アッシングを行うときに加工用電極36の回転軸方向でエッチングレートを一にすることができ、良好な加工面が得られる。加工用電極36において孔を千鳥状に配置することで、加工用電極36の回転軸方向の孔の面積をばば一定にすることができる。

【0084】レジストアッシング装置400では、プラズマ41中のイオンは加工用電極36と対向電極40とのギャップに捕獲されており、基板34はこのギャップから露れて配置しているため、基板34へのダメージを著しく低減しながらアッシングをすることが可能である。

【0085】（第5の実施の形態）図8は、本発明の第5の実施の形態のレジストアッシング装置500の構成を示す。

【0086】レジストアッシング装置500は、表面にレジスト層が形成された基板54が内部に配置される反応容器51と、基板54を保持し反応容器51内に配置されたステージ55と、反応容器51内に少なくとも酸素と希ガスを含む混合ガスを供給し、0.1気圧以上10気圧以下の雰囲気を形成するガス供給手段52およびガス排気手段53と、混合ガスに高周波電圧を印加することによってプラズマ61を発生させるプラズマ発生手段とを備えている。レジストアッシング装置500は、ガス供給口58と、ガス排出口59と、加工用電極56を冷却する冷却手段62とをさらに備えている。

【0087】プラズマ発生手段は、反応容器51内に配置された加工用電極56と、加工用電極56と対向して反応容器51内に配置された対向電極（ここでは、ステージ55を兼ねる）と、加工用電極56と対向電極とに高周波電圧を供給する高周波電源57とを備えている。加工用電極56は、基板の表面に沿った面と実質的に平行な軸を中心として、回転可能である。ステージ55は、接地されている。レジストアッシング装置500では、ステージ55は、加工用電極56に対向して配置される対向電極を兼ねている。

【0088】図8に示されるように、レジストアッシング装置500は、第1の実施の形態のレジストアッシング装置100と異なり、加工用電極56の内部に冷却手段62を有している。このため、レジストアッシング装

置500では、加工用電極56および基板54を冷却する能力を大幅に上げることができる。加工用電極56は、円筒型回転体である。加工用電極56は、内部に円筒型回転体を冷却させるための冷却手段62を有している。ここでは1例として、金属円筒を加工することによって冷却手段62を作製し、できあがった金属円筒製冷却手段62を加工用電極56の内部に配置し、さらに、冷却手段62の内部に冷却水を流し、循環させた。

【0089】レジスト除去工程中、プラズマ61の発生に伴う熱あるいはプラズマ61とレジストとの反応によって発生した熱等により、加工した基板54の温度が上昇する。レジストアッシング装置500では、加工用電極56を冷却しているため、加工用電極56周囲のガスが冷却される。従って、加工用電極56の回転によって、第1の実施の形態のレジストアッシング方法に比べて低温に冷却されたガスが移送され、プラズマ61発生部に供給される。レジストアッシング装置500を用いたアッシング方法によれば、基板54を冷却する能力が高められ、基板54へのダメージがさらに低減されたアッシングが可能になる。また、低温ガスの移送によって、基板54へのダメージを低減させるとともに、反応レジストの残骸物を除去することができる。

【0090】ここでは1例として、第1の実施の形態の加工用電極6aの内部に冷却手段を備えているような構成のレジストアッシング装置500を説明した。このような構成以外に、第3、第4の実施の形態の加工用電極16、36の内部に冷却手段を備えているような構成になるように、レジストアッシング装置500の構成を変更しても、アッシングを実行したとき基板54の温度の上昇を低減しながらアッシングをすることができる。

【0091】（第6の実施の形態）図9は、本発明の第6の実施の形態のレジストアッシング装置600の構成を示す。

【0092】レジストアッシング装置600は、表面にレジスト層が形成された基板74を保持するステージ75と、ステージ75の近傍に配置されたガス供給口78およびガス排気口79と、少なくとも酸素と希ガスを含む混合ガスをガス供給口78に供給するガス供給手段72と、ガス排気口79から混合ガスを排気するガス排気手段73と、混合ガスに高周波電圧を印加することによってプラズマを発生させるプラズマ発生手段とを備えている。

【0093】ガス供給手段72およびガス排気手段73は、0.1気圧以上10気圧以下の雰囲気を形成する。ガス供給手段72とガス供給口78との間のガス供給経路およびガス排気手段73とガス排気口79との間のガス排気経路は、ステージ75側に開口部を有する片開放空間を形成している。プラズマ発生手段は、加工用電極76と、加工用電極76と対向する対向電極（ここでは、ステージ75を兼ねる）と、加工用電極76と対向

15

電極とに高周波電圧を供給する高周波電源77とを備えている。ステージ75は、接地されている。レジストアッシング装置600において、ステージ75は、加工用電極76に対向して配置される対向電極を兼ねている。加工用電極76は円筒型回転体である。

【0094】図9に示されるように、レジストアッシング装置600は、反応容器を使用せずに、大気開放系において使用できる装置である。

【0095】ガス供給経路は、ガス供給手段72とガス供給口78との間に配置され、ガスを移送する。ガス排気経路は、ガス排気手段73とガス排気口79との間に配置され、ガスを移送する。ガス供給口78およびガス排気口79は、加工用電極76と対向電極（ステージ75）との間のギャップすなわちプラズマ発生領域71の近傍に配置されており、このプラズマ発生領域71を通過する高密度のガス流を基板74上に形成する。さらに、加工用電極76が回転することによって、回転周方向にガス流を形成することができる。加工用電極76の回転でガス流を形成しながら、ガス供給口78を介してガス供給を実施し、さらに、ガス排気口79を介してガス排気を実施し続けることによって、基板74表面付近にガスを高効率で供給・排気することができる。なお、加工用電極76を回転させる必要は必ずしもない。

【0096】加工用電極76、ガス供給手段72およびガス供給口78は、基板74表面付近にガスを移送するガス移送手段を構成し、加工用電極76、ガス排気手段73およびガス排気口79は、基板74表面付近のガスを排除するガス排除手段を構成する。レジストアッシング装置600を用いてアッシングを行うと、高密度のガス雰囲気を形成することができるため、アッシングレートが高められる。さらに、レジストアッシング装置600では、上述したようなガス移送手段およびガス排除手段を有するので、基板74を冷却する能力が高められている。

【0097】レジストアッシング装置600では、反応容器を使用しない大気開放系において基板74と加工用電極76との間に集中的に高密度のガス雰囲気を形成できるので、加工用電極76に高周波電圧を供給すれば、第1～第5の実施の形態のレジストアッシング装置100～500と同様に、高密度のガスに基づくプラズマを発生させることが可能である。レジストアッシング装置600を使用したレジストアッシング方法によれば、大気開放系においてレジストアッシングを行うことができ、反応容器は不要となる。反応容器内のガスを置換する工程が不要となるので、レジストアッシング装置600を簡略化することができる。この結果、アッシング処理作業を簡略化することができ、レジストアッシングに

(9)

特開2000-68247

16

要するコストを低減することができる。

【0098】

【発明の効果】上述したように、本発明のレジストアッシング方法では、表面に窒素層を有するレジストであっても、バースト現象を抑えるようにアッシングをすることができる。また、低温、低ダメージの条件下でアッシングをすることができるので、半導体素子の特性を劣化させることなくアッシングをすることができ、半導体素子の製造にかかるコストを削減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1A】本発明の第1の実施の形態のレジストアッシング装置100の構成を示す図である。

【図1B】本発明の第1の実施の形態のレジストアッシング装置100の構成を示す図である。

【図2】図1Aおよび図1Bに示された加工用電極6a、基板4およびステージ5の配置を示す図である。

【図3】図1に示されたレジストアッシング装置100を使用してアッシングを実施したときの、アッシングレートと基板温度との関係を示す図である。

【図4】図1に示されるレジストアッシング装置100を使用したときのアッシングレートと酸素分圧との関係を示す図である。

【図5】本発明の第2の実施の形態のレジストアッシング装置200の構成を示す図である。

【図6】本発明の第3の実施の形態のレジストアッシング装置300の構成を示す図である。

【図7A】本発明の第4の実施の形態のレジストアッシング装置400の構成を示す図である。

【図7B】本発明の第4の実施の形態のレジストアッシング装置400の構成を示す図である。

【図7C】図7Aおよび図7Bに示された加工用電極36の円筒面に形成された孔を示す図である。

【図8】本発明の第5の実施の形態のレジストアッシング装置500の構成を示す図である。

【図9】本発明の第6の実施の形態のレジストアッシング装置600の構成を示す図である。

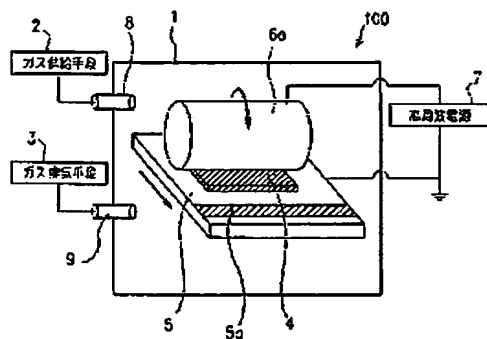
【符号の説明】

- 1 反応容器
- 2 ガス供給手段
- 3 ガス排気手段
- 4 基板
- 5 ステージ
- 6 a 加工用電極
- 7 高周波電源
- 8 ガス供給口
- 9 ガス排気口

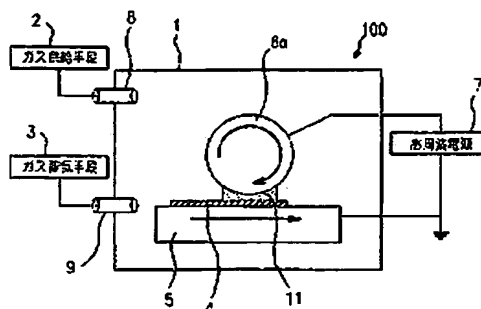
(10)

特開2000-68247

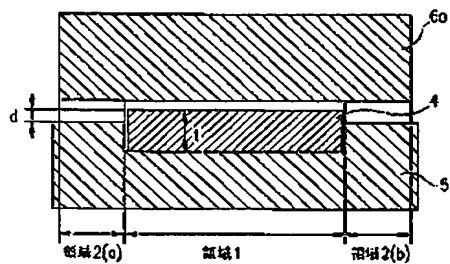
【図1A】



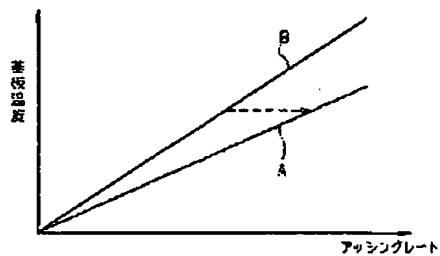
【図1B】



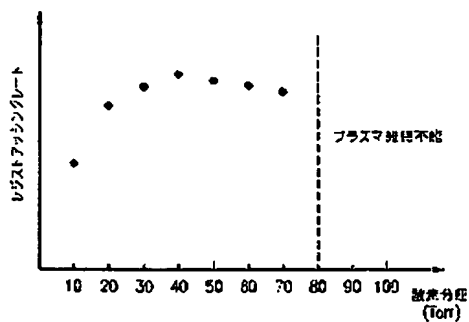
【図2】



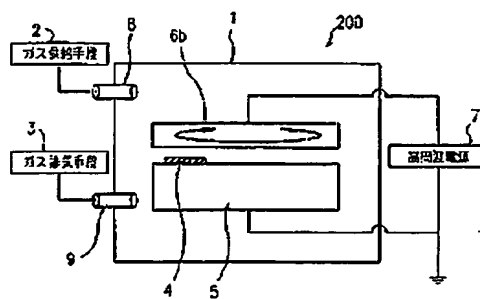
【図3】



【図4】



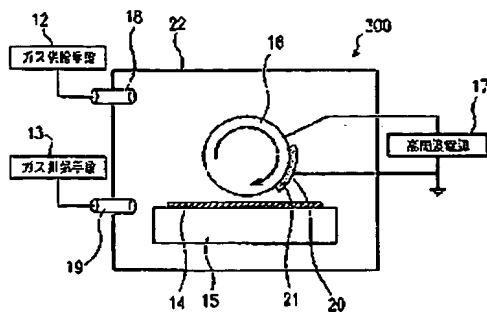
【図5】



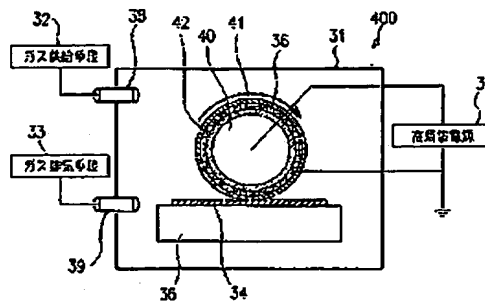
(11)

特開2000-68247

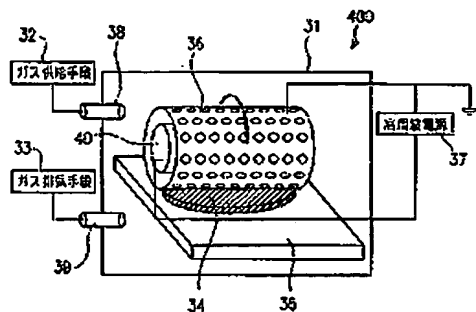
【図6】



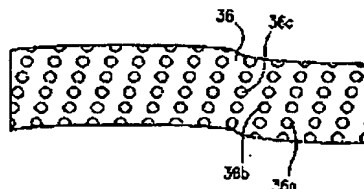
【図7A】



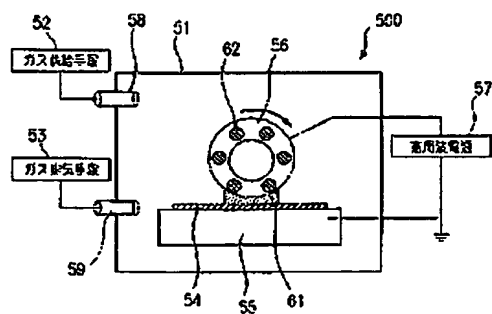
【図7B】



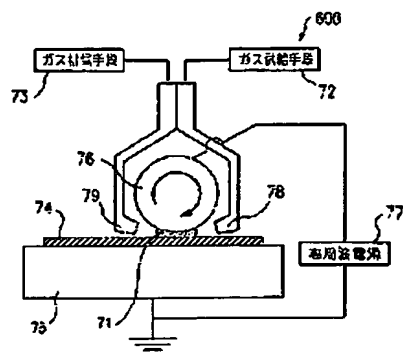
【図7C】



【図8】



【図9】



(12)

特開2000-68247

フロントページの続き

(72)発明者 西川 和宏
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

(72)発明者 森 勇▲蔵▼
大阪府交野市私市8丁目16番19号
Fターム(参考) 5FG04 AA06 BA06 BA20 BB25 BB32
BD01 DA00 DA22 DA23 DA26
DB26

(12)

特開2000-68247

フロントページの続き

(72)発明者 西川 和宏
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

(72)発明者 森 勇▲威▼
大阪府交野市私市8丁目16番19号
F ターム(参考) 5F004 AA06 BA06 BA20 BB25 BB32
BD01 DA00 DA22 DA23 DA26
DB26

特開2000-68247

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載
 【部門区分】第7部門第2区分
 【発行日】平成14年1月25日(2002.1.25)

【公開番号】特開2000-68247(P2000-68247A)

【公開日】平成12年3月3日(2000.3.3)

【年号】公開特許公報12-683

【出願番号】特願平10-237795

【国際特許分類第7版】

H01L 21/3055

【FI】

H01L 21/302 H

【手続補正音】

【提出日】平成13年7月13日(2001.7.13)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 表面にレジスト層が形成された基板を提供する工程と、少なくとも酸素と希ガスとを含む0.1気圧以上1.0気圧以下の混合ガスに高周波電圧を印加することによってプラズマを発生させる工程と、該レジスト層を除去する工程とを包含するレジストアッシング方法。

【請求項2】 前記ガスにおける酸素の分圧が20 Torr以上70 Torr以下である、請求項1に記載のレジストアッシング方法。

【請求項3】 前記レジスト層の表面に前記混合ガスのガス流を形成する、請求項1に記載のレジストアッシング方法。

【請求項4】 表面にレジスト層が形成された基板が内部に配置される反応容器と、

該基板を保持し該反応容器内に配置されたステージと、該反応容器内に少なくとも酸素と希ガスとを含む混合ガスを供給し、0.1気圧以上1.0気圧以下の雰囲気を形成するガス供給手段およびガス排気手段と、該混合ガスに高周波電圧を印加することによってプラズマを発生させるプラズマ発生手段とを備える、レジストアッシング装置。

【請求項5】 前記プラズマ発生手段は、前記反応容器内に配置された加工用電極と、該加工用電極と対向して前記反応容器内に配置された対向電極と、該加工用電極と該対向電極とに前記高周波電圧を供給する高周波電源とを備え、該加工用電極は、回転可能であり、そのことによって前記レジスト層上に前記混合ガスのガス流を形成する、請求項4に記載のレジストアッシング装置。

【請求項6】 前記加工用電極は、複数の孔を有し、該複数の孔を通して前記プラズマ中のラジカルを前記レジスト面付近に供給する、請求項5に記載のレジストアッシング装置。

【請求項7】 前記レジストアッシング装置は、前記加工用電極を冷却する冷却手段をさらに備える、請求項5に記載のレジストアッシング装置。

【請求項8】 請求項5に記載のレジストアッシング装置を用いたレジストアッシング方法であって、前記対向電極を一つの向きに一回のみ移動させることを特徴とするレジストアッシング方法

【請求項9】 前記対向電極を前記加工用電極の回転する向きに対して逆の向きに移動させることを特徴とする請求項8に記載のレジストアッシング方法。

【請求項10】 表面にレジスト層が形成された基板を保持するステージと、少なくとも酸素と希ガスとを含む混合ガスをガス供給口に供給するガス供給手段と、ガス排気口から該混合ガスを排気するガス排気手段と、加工用電極と、該加工用電極と対向する対向電極と、該加工用電極と該対向電極とに高周波電圧を供給する高周波電源とを備え、該混合ガスに該高周波電圧を印加することによってプラズマを発生させるプラズマ発生手段とを備え、該ガス供給口および該ガス排気口は、該加工用電極と該対向電極との間に形成されるプラズマ発生領域を該混合ガスが通過するガス流を形成する、レジストアッシング装置。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0021

【補正方法】変更

【補正内容】

【0021】前記レジストアッシング装置は、前記加工用電極を冷却する冷却手段をさらに備えてもよい。前記レジストアッシング装置を用いたレジストアッシング方法であって、前記対向電極を一つの向きに一回のみ移

- 補 1 -

特開2000-68247

動させることで上記目標が達成される。前記対向電極を
前記加工用電極の回転する向きに対して逆の向きに移動

させてもよい。

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.